

## UNIT SENTRAL DATA SEBAGAI MEDIA PENGONTROL PERALATAN LISTRIK BERBASIS ATMEGA8515 DAN POWER LINE CARRIER

Ferry Trivianto

ferry@student.eepis-its.edu

Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-ITS

### ABSTRAK

Umumnya peralatan listrik di rumah dapat diaktifkan dengan menekan masing-masing *switch*. Mengaktifkan beberapa perangkat akan menyita waktu dan tenaga penghuni. Hal ini dapat diantisipasi dengan sistem komputer yang dapat mengendalikan masing-masing tombol pada satu tempat.

Pada tugas akhir ini dibuat alat yang dapat mengendalikan peralatan rumah tangga menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8515 dan PLC (*Power Line Carrier*). Alat ini terdiri dari *transmitter PLC* yang dilengkapi dengan komunikasi serial dengan PC diletakkan di pusat kendali dan *receiver PLC* terhubung ke masing-masing *slave*. Peralatan listrik dapat diaktifkan melalui perintah dari *pc*. Data status yang dikirim *pc* diterima pusat kendali PLC dan dipancarkan kembali ke unit *slave* dengan media PLC. Media PLC menggunakan metode modulasi FSK dengan frekuensi 125 kHz.

Alat yang dibuat diharapkan dapat mengendalikan peralatan melalui *pc* dan diterima unit *transmitter PLC* kemudian diteruskan ke unit *receiver PLC* dengan jarak maksimal 100 m dan waktu yang diperlukan  $\pm 1$  detik.

**Kata Kunci :** *Power line carrier; mikrokontroler; modulasi FSK.*

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya penggunaan peralatan listrik untuk kebutuhan rumah tangga beberapa waktu terakhir ini mengakibatkan penggunaan switch untuk on / off peralatan listrik tersebut semakin banyak. Alat pengontrol peralatan listrik tersebut yang umum digunakan adalah *switch* elektronik. Umumnya peralatan listrik di rumah dapat diaktifkan dengan menekan masing-masing *switch* tersebut. Mengaktifkan beberapa perangkat akan menyita waktu dan tenaga penghuni. Hal ini dapat diantisipasi dengan sistem *remote* yang dapat mengendalikan masing-masing *switch* pada satu tempat.

Teknologi komunikasi saat ini telah mengalami kemajuan yang cukup pesat, salah satunya mengenai media komunikasi yang digunakan. Secara tradisional, teknologi komunikasi menggunakan kabel (misal: Sepasang kabel yang dibelitkan, koaksial, *fiber optics*) sebagai media untuk pengiriman dan penerimaan informasi [1]. Namun, saat ini teknologi komunikasi tidak hanya secara konvensional melainkan juga telah berkembang menjadi komunikasi *via* tegangan jala-jala listrik.

Jika pada perkembangan selanjutnya diinginkan bahwa penghuni rumah atau seseorang tidak perlu berjalan menuju *switch* tempat untuk mengaktifkan peralatan listrik, tetapi cukup melalui perintah menggunakan *pc* atau *mikrokontroler*, maka diperlukan suatu metode yang dapat mengirim data melalui suatu media untuk mengaktifkan peralatan listrik. Oleh karena itu, melalui tugas akhir ini dirancang dan dibuat komunikasi data berbasis ATMEGA8515 dan komunikasi dengan jala-jala listrik tegangan *ac* 220V untuk pengaktifan peralatan listrik dari jarak jauh. Data yang dikirim dari *pc* atau

*mikrokontroler* akan dikirimkan dan diterima oleh *modem slave PLC*, kemudian data diolah untuk diteruskan melalui jala-jala listrik. Sistem yang dirancang dan dibuat terdiri dari dua bagian, yaitu pertama unit pengiriman data dari *pc* atau *mikrokontroler* yang berfungsi untuk memberi perintah ke unit *master PLC* dan meneruskannya ke unit *slave PLC* yang berfungsi menerima data dari *master PLC* sebagai unit kedua. Pengontrol komunikasi untuk pengiriman dan pemantauan data yang dilewatkan melalui *power line carrier*.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini hanya dititikberatkan pada bagian unit pengiriman data, yaitu mengenai komunikasi data menggunakan modem *Power Line Carrier*. Pada unit sentral data dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- Bagaimana merancang dan membuat modem PLC (*Power Line Carrier*) menggunakan IC tipe LM1893.
- Bagaimana merancang protokol komunikasi unit pengiriman data menggunakan *pc* atau *mikrokontroler* dan unit penerima data yang menggunakan jala-jala listrik sebagai media komunikasi data.
- Bagaimana merancang dan membuat software mikrokontroler ATMEGA8515 untuk mengontrol jalannya komunikasi data.

#### 1.3. Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk merealisasikan unit sentral data pada sistem pengaktifan peralatan listrik rumah tangga yang menggunakan jala-jala listrik sebagai media komunikasi data. Dengan pengembangan lebih lanjut, alat ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi bagi

rumah tangga sebagai alat yang dapat meningkatkan kenyamanan kepada pengguna peralatan listrik.

#### 1.4. Ruang Lingkup

Permasalahan dalam tugas akhir ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut :

- Alat ini dibuat untuk mengontrol alat listrik dengan jumlah dibatasi, jadi hanya dibuat 1 pengontrol (Master PLC ) dan 2 terkontrol (Slave PLC).
- Jarak maksimal yang dapat ditempuh oleh komunikasi menggunakan *power line carrier* adalah sekitar  $\pm 100$  m (panjang kabel instalasi) di lingkungan PENS-ITS.
- Sistem dirancang untuk dapat bekerja pada jala-jala listrik 1 fasa dengan tegangan sebesar 220 V dan frekuensi sebesar 50-60 Hz.
- Komunikasi yang terjadi tidak melalui transformator.
- Harmonisa dan *noise* pada jala-jala listrik dianggap tidak mempengaruhi kinerja sistem.

## II. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 2.1 Gambaran Umum

Gambaran umum dari sistem pengontrol peralatan listrik yang dibuat akan terjadi komunikasi dua arah antara *master & slave PLC*. Komunikasi yang terjadi terdiri dari komunikasi untuk memberikan perintah dari PC dan *master PLC* kemudian diteruskan ke *slave PLC*. Kemudian informasi bahwa perintah telah diterima, akan dikembalikan untuk dikirim oleh *slave PLC* untuk ditampilkan pada PC. Komunikasi terjadi melalui jala-jala listrik sehingga diperlukan suatu modem *power line carrier (PLC)*.

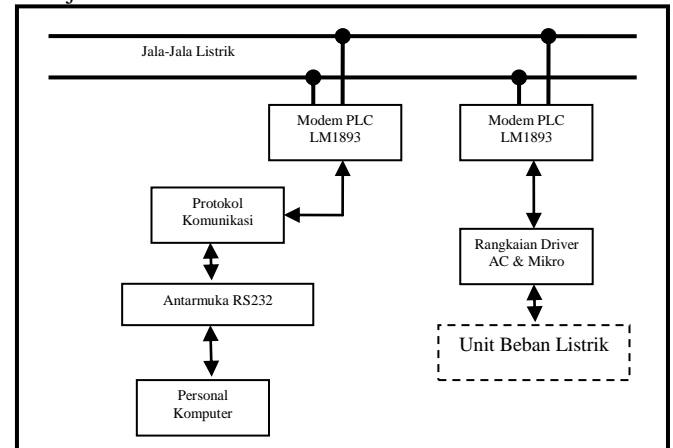
### 2.2. Spesifikasi dan Blok Diagram Unit Sentral Data

Unit sentral data merupakan salah satu bagian dari sistem pengontrol peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengontrol utama komunikasi dalam sistem, *transmit receive* data secara bergantian oleh *master* maupun *slave PLC*.

Spesifikasi Unit Sentral Data ditentukan sebagai berikut :

1. Menggunakan PC sebagai pengontrol utama komunikasi dalam sistem dengan *Borland Delphi 7* sebagai bahasa pemrogramannya. Komunikasi data menggunakan mode serial Asinkronus dengan baudrate sebesar 300 bps.
2. Menggunakan modem PLC dengan IC tipe LM1893 sebagai *tranceiver* data dengan frekuensi pembawa sebesar 125 kHz.
3. Menggunakan mikrokontroler ATMEGA8515 sebagai penerima dan pengolah data dari perintah *input master*.
4. Antarmuka antara PC dan PLC menggunakan RS-232.
5. Menggunakan kaki RTS (*Request To Send*) pada serial RS-232, sebagai input enable untuk IC LM1893 pada sisi *master PLC*.

Blok diagram Unit Sentral Data yang disusun ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Blok diagram unit sentral data

### 2.3 Prinsip Kerja Unit Sentral Data

Proses kerja unit sentral data dimulai dari PC mengontrol IC LM1893 agar dalam keadaan *receive* data dengan *enable* menggunakan kaki *RTS serial 232*. Kemudian PC mengirimkan data ke PLC yang berisi kode perintah dan alamat tujuan (nomor ID unit beban listrik). Jika kode perintah sama dengan data identitas dari salah satu unit beban listrik, berarti mikrokontroler pada unit *slave PLC* akan mengolah data dan menyalakan salah satu unit beban listrik sesuai dengan nomor ID tujuan yang diberikan *unit master*.

Jika kode perintah tidak ada yang cocok, maka mikrokontroler tidak akan memberi reaksi, dan data akan diabaikan. Jika data telah diterima dengan benar dan menyalakan salah satu unit beban listrik, maka mikrokontroler segera menyiapkan informasi dari keadaan unit beban listrik, apakah dalam posisi ON atau OFF untuk dikirim kembali ke *unit master*. Format data dari informasi mikrokontroler hampir sama dengan format data kode perintah dari unit master, yang berbeda hanya *type* datanya apakah mode *transmit* atau *reply*.

Setelah data informasi diterima oleh *unit master*, maka akan memberi reaksi untuk menyalakan atau mematikan indikator led pada tampilan *delphi* di PC. Proses selesai, dan proses akan berulang setiap penekanan tombol *click button* (perintah ON dan OFF beban listrik) pada tampilan *delphi*.

### 2.4 Perancangan Perangkat Keras

#### 2.4.1 Rangkaian Modem PLC(Power Line Carrier)

IC LM1893 dirangkai dengan beberapa komponen pendukung sehingga membentuk rangkaian modem PLC (*Power Line Carrier*). Komponen-komponen pendukung tersebut memiliki fungsi-fungsi tertentu yang saling mendukung sehingga rangkaian dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dan dapat mengurangi faktor-faktor yang dapat mengganggu kinerja rangkaian. Rangkaian modem PLC ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



## 2.5 Perancangan Protokol Komunikasi

Agar terjadi komunikasi antara unit master dengan unit slave sistem, maka diperlukan suatu protokol komunikasi. Protokol komunikasi dirancang sebagai berikut :

1. Proses komunikasi dimulai dengan *PC* mengirim data dengan format yang terdiri dari *header data*, nomor ID beban yang dituju, tipe data, dan *end data*.
2. *PC* mengirim format data tersebut melalui jala-jala listrik kemudian diterima oleh *mikrokontroller* unit slave dan menunggu respon dari *mikrokontroller* berupa kode apakah *mikrokontroller* dapat menerima data dengan benar atau tidak. Jika dalam waktu tertentu tidak ada respon, maka *PC* menganggap terjadi *error* pada hubungan komunikasi dengan *mikrokontroller* dan proses tidak dilanjutkan.
3. Jika data dapat diterima oleh *mikrokontroller* dengan benar, maka *mikrokontroller* akan mengirim data sebagai balasan (*reply*) pada unit master. Disini *mikrokontroller* akan menyiapkan informasi untuk dikirim kembali ke *PC* dan ditampilkan pada *visual basic* apakah kondisi beban listrik pada posisi *on* atau *off*. Format data untuk *reply* oleh *mikrokontroller* yaitu sama dengan yang dikirim oleh *PC* terdiri dari *header data*, nomor ID beban yang dituju, tipe data, dan *end data*. Yang membedakan antara data yang dikirim oleh *PC* dan *mikrokontroller* adalah jenis tipe data apakah *forward* atau *reply*.
4. Proses selesai, dan proses akan berulang setiap penekanan tombol *click button* (perintah ON dan OFF beban listrik) pada tampilan *delphi*.

Gambar 2.6 menunjukkan format data yang digunakan saat melakukan komunikasi, yaitu antara *PC* unit *master* dengan *mikrokontroller* unit *slave*.

Header data	ID Tujuan	Type data	End Data
-------------	-----------	-----------	----------

**Gambar 2.6.** Format data dari *PC* ke *mikrokontroller*

Keterangan :

*Header Data* = 8 bit awalan data

*ID Tujuan* = 8 bit kode perintah untuk alamat tujuan beban listrik

*Type Data* = 8 bit data *forward* atau *reply*

*End data* = 8 bit akhiran data

## 2.6 Perancangan Perangkat Lunak

Pengatur komunikasi data pada alat ini dikendalikan oleh perangkat lunak dari *PC* dan *mikrokontroller* ATMEGA8515. Perangkat lunak ini tersusun dari instruksi-intruksi yang membentuk sebuah listing program (*source code*).

Program dibuat secara terstruktur dalam beberapa subrutin yang secara khusus menangani fungsi tertentu agar memudahkan dalam pembuatan dan pencarian kesalahan serta pengujian program sehingga dapat bekerja dengan

baik. Perangkat lunak *mikrokontroller* dibuat menggunakan *Code Vision AVR* buatan HP *info tech*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Sedangkan perangkat lunak *PC* menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 7*.

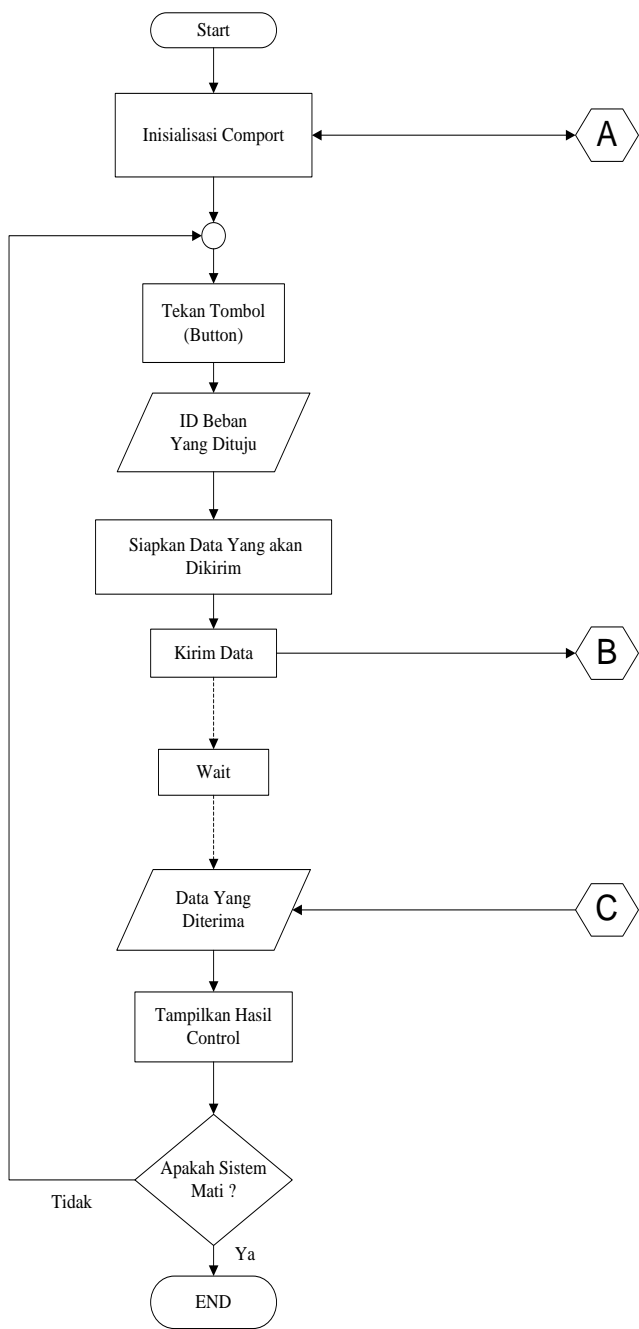
Perangkat lunak *PC* ditujukan untuk mengirim data ke *mikrokontroller* agar dapat mengontrol beban dalam kondisi *on* tau *off*. Perancangan perangkat lunak *mikrokontroller* ditujukan untuk memberi balasan (*reply*) untuk kiriman data yang diberikan oleh *PC*.



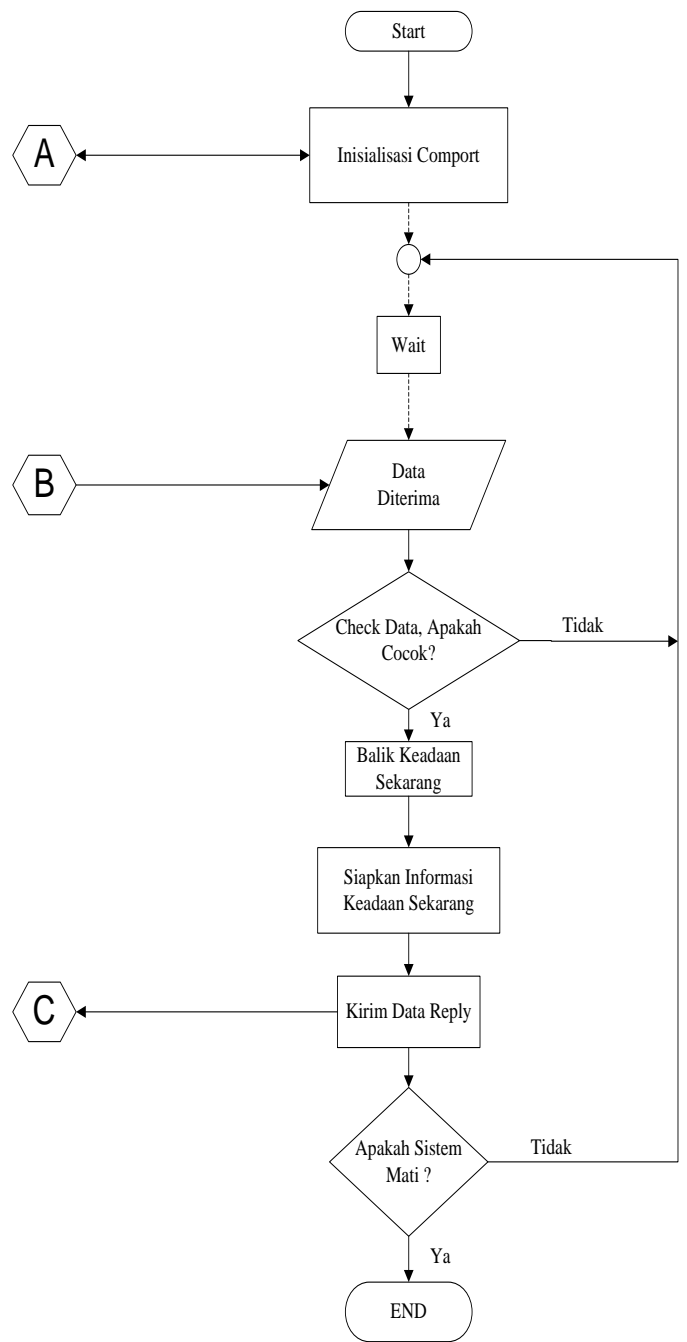
**Gambar 2.7.** Tampilan *Borland Delphi User Interface*

Setiap penekanan tombol '*slave 1*' atau '*slave 2*' maka akan mengirimkan data dengan format data seperti gambar 2.7, kemudian akan diterima oleh *mikrokontroller* unit *slave* dan selanjutnya akan mengontak relay untuk menyalakan beban yang dituju.

Perancangan perangkat lunak *PC* dan perancangan perangkat lunak *mikrokontroller* masing-masing ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 2.8 dan 2.9.



**Gambar 2.8.** Diagram Alir Untuk Data Unit Master (PC)



**Gambar 2.9.** Diagram Alir Untuk Data Unit Slave (Mikrokontroller)

### III. PENGUJIAN DAN ANALISIS

#### 3.1 Pengujian Rangkaian LM1893

Secara umum, tujuan pengujian rangkaian LM1893 adalah untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditunjukkan oleh *datasheet*. Untuk mencapai tujuan tersebut, pengujian dilakukan dalam dua keadaan, yaitu pengujian saat mode *transmit* dan pengujian saat mode *receive*. Sebelum dilakukan pengujian, rangkaian harus dikalibrasi dengan prosedur seperti yang ditunjukkan oleh *datasheet*.

Saat mode transmit, data pengujian menunjukkan bahwa sinyal keluarannya berupa sinyal sinusoida, tegangan sinyal kelurannya sebesar 5,2 V, dan frekuensi sinyal keluarannya adalah sebesar 127,7 kHz saat diberi masukan logika 0 dan 122,4 kHz saat diberi masukan logika 1. Sedangkan spesifikasi yang ditunjukkan oleh *datasheet* adalah adalah sinyal keluarannya berupa sinyal sinusoida, tegangan sinyal keluaran minimum sebesar 4,0 V, frekuensi sinyal keluaran sebesar 127,7 kHz saat diberi masukan logika 0 dan 122,5 kHz saat diberi masukan logika 1. Toleransi penyimpangan frekuensi sinyal keluaran yang diijinkan adalah sebesar  $\pm 20\%$ . Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa rangkain ini dapat bekerja dengan baik saat mode *transmit*.

Saat mode receive, hasil pengujian menunjukkan bahwa logika keluarannya adalah *high* saat diberi masukan berupa sinyal sinusoida dengan frekuensi sebesar 122,5 kHz dan *low* saat diberi masukan berupa sinyal sinusoida dengan frekuensi sebesar 127,7 kHz. Data hasil pengujian tersebut sama dengan spesifikasi yang ditunjukkan oleh *datasheet* sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian ini dapat bekerja dengan baik saat mode *receive*.

#### 3.2 Pengujian Komunikasi Antar Mikrokontroler Melalui Rangkaian LM1893

Data pengujian komunikasi data antara serial master dengan mikrokontroler slave melalui rangkaian LM1893 ditunjukkan oleh tabel 3.1. Baris terdiri dari *cell* yang bernama " Indikator Nomor Urut Data (Dalam Heksa Desimal)". *Cell-cell* dibawah nomor urut data adalah nyala LED data dalam heksadesimal yang merepresentasikan data yang diterima. Data yang diterima harus memiliki kesamaan nilai dan urutan dengan data yang dikirim.

**Tabel 3.1.** Data yang diterima oleh mikrokontroler slave (dalam heksa desimal)

No.	Baudrate (bps)	Nomor Urut Data (Dalam Heksa Desimal)							
		00	01	02	03	04	05	06	07
1.	60	01	02	03	04	05	06	07	08
2.	120	01	02	03	04	05	06	07	08
3.	180	01	02	03	04	05	06	07	08
4.	240	01	02	03	04	05	06	07	08
5.	300	01	02	03	04	05	06	07	08
6.	360	01	02	03	04	05	06	07	08
7.	480	01	02	03	04	05	06	07	08
8.	540	01	02	03	04	05	06	07	08
9.	600	01	02	03	04	05	06	07	08

10.	720	01	02	03	04	05	06	07	08
11.	900	01	02	03	04	05	06	07	08
12.	960	01	02	03	04	05	06	07	08
13.	1080	F0	3C	F0	3C	00	30	80	78
14.	1200	C0	00	80	C0	00	00	00	80
15.	1440	00	00	C0	00	00	00	C0	00
16.	1800	00	00	C0	00	00	00	C0	00
17.	2400	00	00	C0	00	00	00	C0	00
18.	4800	00	00	C0	00	00	00	C0	00
19.	9600	00	00	00	00	00	00	00	00

Berdasarkan data yang ditunjukkan Tabel 3.1, kesamaan nilai dan urutan antara data yang dikirim dengan data yang diterima terjadi hanya sampai baudrate sebesar 960 bps. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemilihan baudrate sebesar 300 bps pada perancangan sudah cocok digunakan dalam sistem kWh meter Prabayar yang menggunakan jala-jala listrik sebagai media komunikasi data. Baudrate yang dipilih adalah baudrate yang tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat supaya dapat dihasilkan kinerja sistem yang paling optimal.

#### 3.3 Pengujian Rangkaian RS232

Tujuan pengujian rangkaian RS232 adalah untuk mengetahui besarnya level tegangan keluaran rangkaian antarmuka RS232 dengan masukan berupa level tegangan TTL dan RS232.

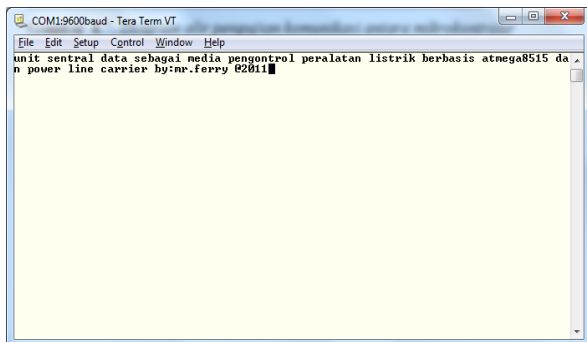
Saat mengubah level tegangan TTL menjadi level tegangan RS232, data pengujian menunjukkan bahwa saat diberi tegangan masukan sebesar 0 V (logika 0) menghasilkan keluaran dengan nilai yang berada dalam *range* 3 – 15 V yaitu sebesar 7,94 volt, dan saat diberi tegangan masukan sebesar 5 V (logika 1) menghasilkan tegangan keluaran dengan nilai yang berada dalam *range* (-3) – (-15) V yaitu sebesar -8.51. Sedangkan saat mengubah level tegangan RS232 menjadi level tegangan TTL, data pengujian menunjukkan bahwa saat diberi tegangan masukan sebesar 15 V menghasilkan tegangan keluaran berlogika rendah, dan saat diberi masukan sebesar -15 V menghasilkan tegangan keluaran berlogika tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian hasil perancangan mampu mengubah level tegangan TTL menjadi level tegangan RS232 serta mampu mengubah level tegangan RS232 menjadi level tegangan TTL.

#### 3.4 Pengujian Komunikasi Antara Mikrokontroler dengan Personal Computer Melalui Rangkaian RS232

Tujuan pengujian komunikasi antara mikrokontroler dengan *Personal Computer* adalah untuk mengetahui keberhasilan komunikasi data bertipe karakter antara mikrokontroler dengan komputer melalui rangkaian RS232.

Dalam pengujian komunikasi antara mikrokontroler dengan *personal computer*, karakter yang diketik melalui *keyboard* dikirim ke mikrokontroler secara serial melalui rangkaian RS232. Kemudian karakter yang diterima oleh mikrokontroler dikirim kembali ke *personal computer* dan karakter yang diterima ditampilkan oleh *software tera term*.

Gambar 3.2. menunjukkan bahwa karakter yang diketik melalui *keyboard* sama dengan karakter yang ditampilkan oleh *software hyper terminal*, sehingga dapat disimpulkan bahwa komunikasi antara mikrokontroler dan personal komputer dapat terjadi dengan baik.



**Gambar 3.2.** Hasil pengujian komunikasi antara mikrokontroler dengan *personal computer* melalui rangkaian RS232

### 3.5 Pengujian Keseluruhan Sistem Pengontrol Peralatan Listrik

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam mengirim data dari unit *transmit* menuju unit *receive* berdasarkan jarak dan dapat diperoleh prosentase error dari pengiriman data. Kemudian menguji keberhasilan alat mengirim data ke ID beban yang dituju.

Data pengujian pengiriman data melalui jala-jala listrik yang telah dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 3.3. yang merupakan pengiriman karakter dengan total pengiriman beberapa kali.

**Tabel 3.3.** Data yang terkirim melalui PLC dengan percobaan pengiriman beberapa kali.

No.	Karakter Terkirim	Jumlah total yang terkirim			Prosentase Error (dalam %)		
		10x	25x	50x	10x	25x	50x
1.	a	9	24	50	10	4	0
2.	b	10	24	49	0	4	2
3.	c	10	23	50	0	8	0
4.	d	10	25	48	0	0	4
5.	e	9	25	47	10	0	6
6.	f	9	25	48	10	0	4
7.	\$	10	24	49	0	4	2
8.	*	9	23	50	10	8	0
9.	#	9	24	49	10	4	2
10.	@	10	25	47	0	0	6

Kemudian Tabel 3.4. menunjukkan hasil pengiriman data yang kedua melalui jala-jala listrik dimana pengujian PLC berdasarkan jarak antara unit *transmitter* dan *receiver*.

**Tabel 3.4.** Data yang terkirim melalui PLC berdasarkan jarak antara unit *transmitter* dan *receiver*.

No.	Karakter Terkirim	Jarak Pengiriman Data				
		±10 m	±20 m	±40 m	±60 m	±100 m
1.	a	a	a	a	a	a
2.	b	b	b	b	b	*
3.	c	c	c	c	c	#
4.	d	d	d	d	d	^
5.	e	e	e	e	e	^
6.	f	f	f	f	f	*
7.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
8.	*	*	*	*	*	%
9.	#	#	#	#	#	!
10.	@	@	@	@	@	!

**Tabel 3.5.** Keberhasilan data yang dikirim dan nyala beban.

No.	pengiriman dari unit transmit	Unit Receive 1		Unit Receive 2	
		Kondisi beban	Data di LCD	Kondisi beban	Data di LCD
1.	Kirim data pertama kali	ON	\$1TE	ON	\$2TE
2.	Kirim data selanjutnya	OFF	\$1TE	OFF	\$2TE

**Keterangan :** Proses pada tabel diatas berulang untuk setiap kali pengiriman data, mengkondisikan beban *on / off*.

Untuk pengiriman data menggunakan jala-jala listrik berdasarkan tabel 3.3., unit *transmit* data mengirim data ke unit *receiver* pada percobaan pengiriman beberapa kali ada suatu waktu yang data tidak sampai di unit *receive*, hal ini dimungkinkan karena adanya pengaruh noise pada sinyal sinus jala-jala listrik yang menyebabkan data hilang di tengah jalan, sehingga menimbulkan prosentase error. Prosentase error tidak melebihi 10 % sehingga alat ini masih dikategorikan bekerja dengan baik. Kemudian berdasarkan Tabel 3.4., pada jarak 50 m data masih dapat terkirim dengan baik, perlu diperhatikan disini adalah data dapat terkirim hanya pada jala-jala listrik yang sefasa, fasa R dengan R saja, fasa S dengan S saja, atau fasa T dengan T saja. Sedangkan untuk beda fasa, data tidak dapat terkirim karena beda sambungan.

Keberhasilan alat ditunjukkan dengan menyalanya lampu setelah dikontrol dari PC, serta tampilnya data yang terkirim sesuai yang ditampilkan di LCD.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian tiap blok rangkaian dan pengujian sistem keseluruhan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian rangkaian LM1893 dapat diketahui bahwa rangkaian tersebut dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditunjukkan oleh *datasheet*.
2. Dari pengujian komunikasi antar mikrokontroler melalui rangkaian LM1893 dapat diketahui bahwa nilai baudrate terbesar yang bisa digunakan adalah 960 bps. Oleh karena itu dipilih baudrate sebesar 300 bps agar komunikasi dapat terjadi secara optimal.
3. Dari pengujian komunikasi antara mikrokontroler dengan PC dapat diketahui bahwa komunikasi dapat terjadi dengan baik
4. Sistem pengontrol peralatan listrik yang menggunakan jala-jala listrik sebagai media komunikasi data dapat bekerja dengan baik karena mampu melakukan pengontrolan kondisi *on / off* beban listrik melalui jaringan instalasi listrik PLN rumah tangga sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

##### 4.2 Saran

Proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat ini dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sehingga masih ada faktor-faktor lain yang diabaikan. Faktor-faktor tersebut mungkin dapat mempengaruhi kinerja sistem jika alat diaplikasikan pada kondisi sesungguhnya. Faktor-faktor tersebut seperti panjang dan jenis kabel yang digunakan, adanya sambungan-sambungan, serta adanya harmonisa dan *noise*. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap kinerja sistem. Besarnya daya pemancar pada alat ini sesuai dengan spesifikasi IC LM1893 yang memiliki jangkauan yang terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian tentang daya pemancar agar dapat digunakan untuk proses pengiriman data dalam jangkauan yang lebih jauh. Selain itu perlu juga dilakukan penambahan sistem keamanan data karena dalam perancangan dan pembuatan alat ini belum memperhitungkan masalah keamanan data yang ditransmisikan.

Untuk pengembangan lebih lanjut, alat ini bisa digunakan untuk aplikasi lain, misalnya sebagai jaringan internet melalui jala-jala listrik, pengiriman database melalui jala-jala listrik pada industri skala besar dan lain-lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmel. 2003. *8-bit AVR microcontroller with 8Kbytes In Sistem Programable Flash*. [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc8515.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8515.pdf)
- [2] Malvino, Albert Paul. 1987. *Prinsip-Prinsip Elektronika. Jilid 1, terjemahan Prof. M. Barmawi, Ph.D.* Jakarta : Erlangga.
- [3] Malvino, Albert Paul. 1987. *Prinsip-Prinsip Elektronika. Jilid 2, terjemahan Prof. M. Barmawi, Ph.D.* Jakarta : Erlangga.
- [4] Marcus, Teddy, et al. 2005. *Pemrograman Delphi dengan ADOExpress*. Bandung : Informatika.
- [5] Martina, Inge. 2004. *Pemrograman Visual Borland Delphi 7*. Jakarta : PT. Elex Media Computindo
- [6] National Semiconductor. 1995. *LM1893/LM2893 Carrier-Current Transciever*. [www.national.com](http://www.national.com)
- [7] Texas Instrument. 1998. MAX232, MAX232I Dual EIA-232 Driver/Receiver. [www.ti.com](http://www.ti.com)
- [8] Sholeh, Hermawan Rahman. 2007. *Unit Sentral Data Pada Sistem kWh Meter Prabayar Yang Menggunakan Jala-Jala Listrik Sebagai Media Komunikasi Data*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro UNIBRAW.